



# **Polinizadores (Euglossini – Apidae) del sur de Colombia: distribución por transformación de hábitats, por factores ambientales y geográficos**

**B.S Oscar Julian Valdez Benitez**

Universidad Nacional de Colombia  
Ciencias Agrarias, Postgrados Linea de protección de cultivos  
Palmira, Colombia  
2017

# **Polinizadores (Euglossini – Apidae) del sur de Colombia: distribución por transformación de hábitats, por factores ambientales y geográficos**

**B.S Oscar Julian Valdez Benitez**

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Ciencias Agrarias**

Director (a):

Ph.D. Joel Tupac Otero Ospina

Línea de Investigación:

Protección de cultivos

Grupo de Investigación:

Grupo de investigación en orquídeas Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia

Ciencias Agrarias, Postgrados Línea de protección de cultivos

Palmira, Colombia

2017

*(Dedicatoria o lema)*

*A mis padres*

## **Agradecimientos**

En este trabajo quiero agradecerle especialmente a mi familia por ser el aire que empuja mi velero por dar en cada momento de mi vida instantes de felicidad incondicional, a mi novia por sus consejos y amor absoluto, al profe Tupac que más que un tutor es un amigo que llegó para mostrar que la ciencia se vive, se siente y se disfruta, al grupo de orquídeas por ser cómplices y gestores de este proyecto, a la doctora Margarita Lopez Uribe por ser un nuevo comienzo dentro de la investigación de abejas nativas y a todos aquellos que hicieron parte de este proyecto.

## Resumen

Las abejas Euglossini presentan 5 géneros con aproximadamente 240 especies, su distribución va desde el sur de Texas hasta el nordeste de Argentina. Estas abejas se caracterizan por ser el principal grupo polinizador de Orquidacea en especial de las tribus Stanhopeinae y Catasetinae. Se realizaron tres muestreos en bosques conservados en dos distintas regiones (Choco biogeográfico y Amazónica) a tres franjas altitudinales en el suroccidente Colombiano de la cordillera de los Andes: de 0 a 500msnm, 501 a 1000msnm y de 1001 a 1500msnm. El muestreo fue implementado mediante metodologías complementarias, haciendo uso de trampas botella cebadas (Eucaliptol, Eugenol, Metil salicilato, Vainillin y Cineol) y complemento de red entomológica con algodones cebados, la faena de muestreo fue realizada en franjas horarias de 8:00 a 13:00 horas. Este estudio mostro la presencia de 65 especies de abejas de las orquídeas, con la presencia de 4 de los cinco géneros sin lograr registrar la presencia de *Aglae* a lo largo de los tres muestreos. Se determino diferencia de la riqueza ANOVA  $p < 0,05$  y abundancia PERMANOVA  $p < 0,05$ . En cuanto a la configuración de las comunidades se utilizaron los índices de Shannon y Simpson los cuales mostraron mayor diversidad para las regiones bajas, el rango altitudinal con la mayor diversidad fue el rango de los 0 a los 500 msnm en el cual adicionalmente se registra por primera vez la presencia de *Eufriesae bare* para Putumayo. Las localidades se agruparon de acuerdo a la franja altitudinal. Este estudio mostro el efecto de la cordillera de los Andes en cuanto a estructura y composición del ensamblaje de las comunidades de abejas de las orquídeas, resaltando la especificad de ciertas especies y su riesgo ante futuros cambios ambientales.

**Palabras clave:** Andes, diversidad alfa, comunidad, ecología, polinizador.

## Abstract

The Euglossini bees present 5 genera with approximately 240 species, their distribution goes from the south of Texas to the northeast of Argentina. These bees are characterized by being the main pollinator group of Orquidacea especially of the tribes Stanhopeinae and Catasetinae. Three samples were taken in forests conserved in two different regions (Choco biogeographic and Amazonian) to three altitudinal fringes in the Colombian southwest of the Andes range: from 0 to 500msnm, 501 to 1000msnm and from 1001 to 1500msnm. Sampling was implemented through complementary methodologies, using barley bottle traps (Eucaliptol, Eugenol, Methyl salicylate, Vainillin and Cineol) and entomological network complement with primed cottons, sampling was performed in slots from 8:00 to 13:00 hours. This study showed the presence of 65 species of orchid bees, with the presence of 4 of the five genera without being able to record the presence of Aglae throughout the three samplings. We determined difference of wealth ANOVA  $p < 0.05$  and abundance PERMANOVA  $p < 0.05$ . As for the configuration of the communities, the Shannon and Simpson indices were used which showed greater diversity for the low regions, the altitudinal range with the greatest diversity was the range of 0 to 500 msnm in which it is additionally recorded by first time the presence of Eufriesae bare to Putumayo. The localities were grouped according to the altitudinal fringe. This study showed the effect of the Andes mountain range in terms of structure and composition of the orchid bee communities assembly, highlighting the specificity of certain species and their risk in the face of future environmental changes.

**Keywords:** diversity, alpha diversity, Andes, ecology, pollinator.

# Contenido

## Tabla de contenido

<b>1. Capítulo 1.....</b>	<b>17</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	17
1.2 Justificación.....	19
1.3 Pregunta de investigación .....	19
1.4 Hipótesis .....	19
1.5 Predicciones.....	20
1.6 Objetivos .....	20
1.6.1 Objetivo general.....	20
1.6.2 Objetivos específicos.....	21
1.7 Marco teórico .....	21
1.7.1 Insecta, Hymenoptera, Apidae y Euglossini. ....	21
1.7.2 Distribución y clasificación de Euglossini .....	23
1.7.3 Meta buscadores “Euglossini” .....	24
1.7.4 Scopus .....	24
1.7.5 Web of science .....	25
1.7.6 Meta buscadores “Euglossini and biogeographic” .....	26
1.7.7 Trabajos en Colombia.....	27
1.7.8 Calentamiento global .....	30
1.8 Marco conceptual .....	31
1.8.1 Abejas euglossinas.....	31
1.8.2 Cordillera de los Andes.....	31
1.8.3 Calentamiento global .....	31
1.8.4 Cambio climático .....	31
1.8.5 Comunidad .....	32
1.8.6 Diversidad alfa.....	32
1.8.7 Diversidad beta.....	32
1.8.8 Índices de diversidad .....	32
1.8.9 Nicho .....	32
1.8.10 Población.....	32
1.8.11 Polinización .....	32
1.8.12 Polinizador .....	33
<b>2. Capítulo 2.....</b>	<b>35</b>
2.1 Metodología .....	35
2.1.1 Área de estudio.....	35
2.1.2 Muestreo e identificación de especímenes .....	36
2.1.3 Identificación taxonómica.....	38
2.1.4 Análisis estadísticos .....	38
2.2 Resultados .....	40

2.2.1	Resultados generales.....	40
2.2.2	Comparación de regiones y niveles altitudinales .....	50
2.2.3	Respuesta de la comunidad de abejas euglossinas .....	57
2.3	Discusión .....	59
2.3.1	Muestreo general .....	59
2.3.2	Relevancia del trabajo .....	62
2.3.3	Relevancia del trabajo .....	¡Error! Marcador no definido.
3.	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>71</b>
3.1	Conclusiones .....	71
3.2	Recomendaciones .....	73



## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Documentos producidos desde 1982 hasta 2017 (www.Scopus.com). ....	24
Figura 1-2: : Producción bibliográfica de “Euglossini” a nivel de Países (www.Scopus.com). ....	25
Figura 1-3: : Autores con publicaciones Colombianas para “Euglossini” tomado de (www.Scopus.com). ....	26
Figura 1-4: “Euglossini” y “biogeographic”, los resultados arrojados por Scopuswww.scopus.com.....	27
Figura 1-5: Histograma de las especies colectadas en los llanos orientales (Parra-h & Nates-parra, 2007) .....	30
Figura 2-1: Mapa de la topografía de Colombia con los sitios de muestreo. Circulo verde localidades de 0 a 500m, circulo amarillo localidades 501 a 1000m y círculo rojo de 1001 a 1500m. ....	36
Figura 2-2: Trampa botella. ....	37
Figura 2-3: Medias de la abundancia de abejas euglossinas para cada una de las Regiones y cada una de las alturas. Regiones: C. Choco biogeográfico, A. Amazónica, Alturas: B. Bajo (Verde), M. Medio (Amarillo) y A. Alto (Rojo).....	41
Figura 2-4: Medias de la riqueza de abejas euglossinas para cada una de las regiones y cada una de las alturas. Regiones: C. Choco biogeográfico, A. Amazónica, Alturas: B. Bajo (Verde), M. Medio (Amarillo) y A. Alto (Rojo). ....	41
Figura 2-5: Grafica de acumulación de especies de abejas de las orquídeas del sur occidente colombiano de la cordillera de los Andes. ....	45
Figura 2-6: Grafica de perfiles de diversidad para la interacción de la región con los diferentes niveles altitudinales Regiones: C. Choco biogeográfico, A. Amazónica, Alturas: B. Bajo (Verde), M. Medio (Amarillo) y A. Alto (Rojo).....	55
Figura 2-7: Modelo general lineal para la riqueza de la Región del Chocó biogeográfico. Puntos: Verde. Bajo, Amarillo. Medio y Rojo. Alto. ....	55
Figura 2-8: Modelo general lineal para la riqueza de la Región Amazónica. . Puntos: Verde. Bajo, Amarillo. Medio y Rojo. Alto. ....	56
Figura 2-9: Modelo general lineal para la abundancia de la Región Chocó biogeográfico. Puntos: Verde. Bajo, Amarillo. Medio y Rojo. Alto .....	56
Figura 2-10: Modelo general lineal para la abundancia de la región Amazónica. . Puntos: Verde. Bajo, Amarillo. Medio y Rojo. Alto .....	57

---

Figura 2-11: Cluster de distancias euclidianas entre las comunidades de abejas euglossinas multivariado con un boopstraping de 999. Regiones: C. Choco biogeográfico, A. Amazónica, Alturas: B. Bajo (Verde), M. Medio (Amarillo) y A. Alto (Rojo).....58

## Lista de tablas

**Pág.**

Tabla 2-1: Abundancias y riquezas para cada muestreo y rango altitudinal para Region Amazónica. ....	43
Tabla 2-2: Abundancias y riquezas para cada muestreo y rango altitudinal para la región del choco biogeográfico.....	44
Tabla 2-3: Distribución de las especies de Euglossini en el suroccidente de los Andes colombianos .....	45
Tabla 2-4: prueba de Leven para la abundancia y riqueza de abejas euglossinas. ....	50
Tabla 2-5: Prueba de Shapiro-Wilk para la abundancia y riqueza de abejas euglossinas. ....	50
Tabla 2-6: Modelo de PERMANOVA para los valores de abundancia del anidamiento de factores entre Regiones y alturas. ....	51
Tabla 2-7: Modelo de ANOVA para los valores de riqueza del anidamiento de factores entre Región y alturas. ....	52
Tabla 2-8: Prueba pos hoc de Tuckey (intervalo de confianza de 0.05) Regiones: C. Chocó biogeográfico, A. Amazonica. Alturas: B. Bajo, M. medio y A. Alto. ....	52
Tabla 2-9: Índices de diversidad de Shannon y Simpson para cada valor de regiones y niveles altitudinales. Regiones: C. Chocó biogeográfico, A. Amazonica. Alturas: B. Bajo, M. medio y A. Alto. ....	54

## Bibliografía

- Anderson, M. J., & Walsh, D. C. I. (2013). PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing? *Ecological Monographs*, 83(4), 557–574.
- (ASCC), A. the S. of C. C. (2010). America's Climate Choices: Panel on Advancing the Science of Climate Change. The National Academies Press Washington, DC.
- Briggs, H. M., Perfecto, I., & Brosi, B. J. (2013). The role of the agricultural matrix: Coffee management and euglossine bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) communities in southern Mexico. *Environmental Entomology*, 42(6), 1210–1217.
- Brosi, B. J. (2009). The effects of forest fragmentation on euglossine bee communities (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Biological Conservation*, 142(2), 414–423.
- Buchmann, S. L. (1987). The ecology of oil flowers and their bees. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 343–369.
- Cameron, S. A. (2004). P HYLOGENY AND BIOLOGY OF NEOTROPICAL ORCHID BEES (EUGLOSSINI ). *Annual Review of Entomology*, 49(1), 377–404.  
<http://doi.org/10.1146/annurev.ento.49.072103.115855>
- Cameron, S. A., & Mardulyn, P. (2001). Multiple molecular data sets suggest independent origins of highly eusocial behavior in bees (Hymenoptera: Apinae). *Systematic Biology*, 50(2), 194–214.
- Castro, M. M., Garófalo, C. A., Serrano, J. C., & Silva, C. I. (2013). Temporal variation in the abundance of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) in a neotropical hygrophilous forest. *Sociobiology*, 60(4), 405–412.

Colwell, R.K., G. Brehm, C.L. Cardelús, A.C. Gilman, and J.T. Longino, 2008. Global warming, elevational range shifts, and lowland biotic attrition in the wet tropics. *Science* 322: p.258–261.

Colwell, R.K., C. Rahbek, and N.J. Gotelli, 2005. The Mid-Domain Effect: There's a Baby in the Bathwater. *Am Nat* 166: p.E149–E154.

Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S.-Y., Mao, C. X., Chazdon, R. L., & Longino, J. T. (2012). Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *Journal of Plant Ecology*, 5(1), 3–21.

Danforth, B. N., Cardinal, S., Praz, C., Almeida, E. a. B., & Michez, D. (2011). The Impact of Molecular Data on Our Understanding of Bee Phylogeny and Evolution. *Annual Review of Entomology*, 58(1), 120830113030002.  
<http://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153633>

Dressler, R. L. (1979). *Eulaema bombiformis*, *E. meriana*, and Mullerian Mimicry in Related Species (Hymenoptera: Apidae). *Biotropica*, 144–151.

Dressler, R. L. (1982). Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13, 373–394.

Dressler, R. L., & Torres, R. O. (1997). Una nueva especie de *Eulaema* (Hymenoptera: Apidae) del Chocó, Colombia. *Caldasia*, 19(1-2), 95-100.

Diamond, S. E., Sorger, D. M., Hulcr, J., Pelini, S. L., Toro, I. D., Hirsch, C., ... & Dunn, R. R. (2012). Who likes it hot? A global analysis of the climatic, ecological, and evolutionary determinants of warming tolerance in ants. *Global Change Biology*, 18(2), 448-456.

Dick, C. W., Roubik, D. W., Gruber, K. F., & Bermingham, E. (2004). Long-distance gene flow and cross-Andean dispersal of lowland rainforest bees (Apidae: Euglossini) revealed by comparative mitochondrial DNA phylogeography. *Molecular*

- Ecology*, 13(12), 3775-3785.
- Faegri, K., & Van der Pijl, L. (1979). The principles of pollination ecology. Pergamon. Oxford, UK.
- Ferrari, R. R., Nemésio, A., & Silveira, F. A. (2017). Phylogeny of the orchid-bee genus *Euglossa* Latreille (Hymenoptera: Apidae), with emphasis on the subgenera *E.(Glossura)* Cockerell and *E.(Glossuropoda)* Moure. *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*.
- Forrest, J. R., & Chisholm, S. P. (2017). Direct benefits and indirect costs of warm temperatures for high-elevation populations of a solitary bee. *Ecology*, 98(2), 359-369.
- Franzese, J., Spalletti, L., Pérez, I. G., & Macdonald, D. (2003). Tectonic and paleoenvironmental evolution of Mesozoic sedimentary basins along the Andean foothills of Argentina (32–54 S). *Journal of South American Earth Sciences*, 16(1), 81-90.
- Gill, SE, Handley, JF, Ennos, AR, Pauliet, S. (2007). Addapting cities for climate change: the role of the green infraestructure. *Built Enviromental*, 33, 115–133.
- Gómez, M. A. B., & Parra, G. N. (1992). Abejas englosinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae) I. Claves ilustradas. *Caldasia*, 17(1), 149–172.
- Gonzalez, J. M., & Gaiani, M. A. (1990). Bionomic notes on the nests of *Euglossa cordata*. *Boletín de Entomología Venezolana*, 5(18), 141-143.
- González, J. M., & Terán, J. B. (1996). Parasitoides del género *Melittobia* Westwood (Hymenoptera: eulophidae) en Venezuela. Distribución y hospederos. *Boletín de Entomología Venezolana (NS)*, 11(2), 139-147.
- Janzen, D. H. (1971). Euglossine bees as long-distance pollinators of tropical plants. *Science*, 171(3967), 203–205.
- Kattan, G. H., Franco, P., Rojas, V., & Morales, G. (2004). Biological diversification in a

complex region: a spatial analysis of faunistic diversity and biogeography of the Andes of Colombia. *Journal of Biogeography*, 31(11), 1829–1839. Retrieved from Kattan et al 2004 J. Biogeogr.pdf Evolution, 5(9), 1896–1907.

Kimsey, L. S. (1982). *Systematics of bees of the genus Eufriesea (Hymenoptera, Apidae)* (Vol. 95). Univ of California Press.

Klein, A.-M., Vaissiere, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A.,

Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313.

Krömer, T., Kessler, M., Robbert Gradstein, S., & Acebey, A. (2005). Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography*, 32(10), 1799-1809.

Leon, E., & Leon, C. C. E. (2013). Ecología I: introduccion, organismos y poblaciones.

Leong, M., Ponisio, L. C., Kremen, C., Thorp, R. W., & Roderick, G. K. (2015).

Temporal dynamics influenced by global change: Bee community phenology in urban, agricultural, and natural landscapes. *Global Change Biology*, (February 2016). <http://doi.org/10.1111/gcb.13141> López-Urbe, M. M., Oi, C. A., & Del Lama, M. A. (2008). Nectar-foraging behavior of Euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) in urban areas. *Apidologie*, 39(4), 410–418.

López-Urbe, M. M., Zamudio, K. R., Cardoso, C. F., & Danforth, B. N. (2014). Climate, physiological tolerance and sex-biased dispersal shape genetic structure of Neotropical orchid bees. *Molecular Ecology*, 23(7), 1874–1890.

López-Urbe, M. M., Cane, J. H., Minckley, R. L., & Danforth, B. N. (2016, June). Crop domestication facilitated rapid geographical expansion of a specialist pollinator, the squash bee *Peponapis pruinosa*. In *Proc. R. Soc. B* (Vol. 283, No. 1833, p. 20160443). The Royal Society.

**“Polinizadores (Euglossini – Apidae) del sur de Colombia: distribución por transformación de hábitats, por factores ambientales y geográficos**

---

- Lovelock, J. (2007). La venganza de Gaia. Editorial Planeta, Barcelona.
- Michener, C. D. (2000). The Bees of the World. The Johns Hopkins University Press, London.
- Meineke, E. K., Youngsteadt, E., Dunn, R. R., and Frank, S. D. 2016. Urban warming reduces above-ground carbon storage. *Proceedings B* 283:20161574.
- Melo, G. A. (2014). Notes on the systematics of the orchid-bee genus *Eulaema* (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 58(3), 235-240.
- Mejia, P., Dilcher, D. y Jaramillo, C. 2006. Early angiosperm evolution in tropical latitudes. *Palynology* 30: 222.
- Minckley, R. L., & Reyes, S. G. (1996). Capture of the orchid bee, *Eulaema polychroma* (Friese)(Apidae: Euglossini) in Arizona, with notes on northern distributions of other mesoamerican bees. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 102–104.
- Montes, C., & Sala, O. (2007). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Las relaciones entre el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar humano. *Revista Ecosistemas*, 16(3).
- Moore, L. (2009). Orchid Fragrance Complexity as a Mechanism for Euglossine Bee Pollinator Specialization.
- Moure, A. L., Gomez Arrayas, R., Cárdenas, D. J., Alonso, I., & Carretero, J. C. (2012). Regiocontrolled CuI-catalyzed borylation of propargylic-functionalized internal alkynes. *Journal of the American Chemical Society*, 134(17), 7219-7222.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.
- Nates Parra, G. (2007). *Abejas corbiculadas de Colombia: Hymenoptera: Apidae*. Bogotá (Colombia):. Universidad Nacional de Colombia,.



- Nemésio, A., Santos, L. M., & Vasconcelos, H. L. (2015). Long-term ecology of orchid bees in an urban forest remnant. *Apidologie*, 46(3), 359–368.
- Noonan, G. R. (1988). Biogeography of North American Andmexican Insects, and a Critique of Vicariance Biogeography. *Systematic Biology*, 37(4), 366–384.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P. R., O'hara, R. B., ... & Oksanen, M. J. (2013). Package 'vegan'. *Community ecology package, version*, 2(9).
- Oliveira, M. L. de. (1999). Sazonalidade e horário de atividade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae), em florestas de terra firme na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16(1), 83–90.
- Oliveira, M. D., & Nemésio, A. (2003). *Exaerete lepeletieri* (Hymenoptera: Apidae: Apini: Euglossina): a new cleptoparasitic bee from Amazonia. *Lundiana*, 4(2), 117-120.
- Oliveira, M. L. de. (2006). Three new species of Amazonian bees belonging to the genus *Eulaema* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Acta Amazonica*, 36(1), 121–127.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321–326. <http://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Otero, J. T., & Sandino, J. C. (2003). Capture Rates of Male Euglossine Bees across a Human Intervention Gradient, Chocó Region, Colombia1. *Biotropica*, 35(4), 520–529.
- Ospina, R., & Sandino, J. C. (1997). *Eulaema chocoa-na*, nueva especie de abeja euglosina de la costa pacífica colombiana(Hymenoptera: Apidae). *Caldasia*, 19, 165-174.
- Ospina-Torres R, Montoya Pfeiffer PM, Parra-H PM, Solarte V & **Otero JT**. 2015. Interaction networks and the use of floral resources by male orchid bees

- (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in a primary rain forests of the Chocó Region (Colombia). *Revista de Biología Tropical. Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol.*
- Parra, G. N., & González, V. H. (2000). Las abejas silvestres de Colombia: por qué y cómo conservarlas. *Acta Biológica Colombiana*, 5(1), 5–37.
- Parra-h, A., & Nates-parra, G. (2007). ( Hymenoptera : Apidae ) en tres ambientes perturbados del piedemonte llanero colombiano, 55(December), 931–941.
- Parra-H, A., & Nates-Parra, G. (2012). The ecological basis for biogeographic classification: an example in orchid bees (Apidae: Euglossini). *Neotropical Entomology*, 41(6), 442–449.
- Pearson, D. L., & Dressler, R. L. (1985). Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Peru. *Journal of Tropical Ecology*, 1(01), 37–54.
- Pokorny, T., Loose, D., Dyker, G., Quezada-Euán, J. J. G., & Eltz, T. (2015). Dispersal ability of male orchid bees and direct evidence for long-range flights. *Apidologie*, 46(2), 224–237.
- Powell, A. H., & Powell, G. V. N. (1987). Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica*, 176–179.
- Ramírez-Pulido, J., Arroyo-Cabrales, J., & Castro-Campillo, A. (2005). Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México. *Acta zoológica mexicana*, 21(1), 21-82.
- Ramírez, S., Dressler, R. L., & Ospina, M. (2002). Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies con notassobre su biología. *Biota Colombiana*, 3(1), 7–118.
- Ramirez, S. R., Roubik, D. W., Skov, C., & Pierce, N. E. (2010). Phylogeny, diversification patterns and historical biogeography of euglossine orchid bees (Hymenoptera: Apidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 100(3), 552–

572.

- Ramírez, S. R., Hernández, C., Link, A., & López-Urbe, M. M. (2015). Seasonal cycles, phylogenetic assembly, and functional diversity of orchid bee communities. *Ecology and Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos, 120(3), 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>*
- Rasmussen, C. (2009). Diversity and abundance of orchid bees (Hymenoptera: Apidae, Euglossini) in a tropical rainforest succession. *Neotropical Entomology, 38(1), 66–73.*
- Rasmussen, C., & Cameron, S. A. (2009). Global stingless bee phylogeny supports ancient divergence, vicariance, and long distance dispersal. *Biological Journal of the Linnean Society, 99(1), 206-232.*
- Rodríguez, A. F., Yuste, A., & Labrador Moreno, J. (2005). Polinización de cultivos. Ediciones Mundi-Prensa.
- Nemésio, A., & Vasconcelos, H. L. (2013). Beta diversity of orchid bees in a tropical biodiversity hotspot. *Biodiversity and Conservation, 22(8), 1647–1661.*
- Roubik, D. W., & Ackerman, J. D. (1987). Long-term ecology of euglossine orchid-bees (Apidae: Euglossini) in Panama. *Oecologia, 73(3), 321–333.*
- Roubik, D. W., & Hanson, P. E. (2004). *Abejas de orquídeas de la América tropical: Biología y guía de campo*. Editorial INBio.

- Sandino, J. C. (2004). Are there any agricultural effects on the capture rates of male euglossine bees (Apidae: Euglossini)? *Revista de Biología Tropical*, 52(1), 115–118.
- Schellart, W. P. (2008). Overriding plate shortening and extension above subduction zones: A parametric study to explain formation of the Andes Mountains. *Bulletin of the Geological Society of America*, 120(11-12), 1441–1454. <http://doi.org/10.1130/B26360.1>
- Schuh, R. T., Hewson-Smith, S. and Ascher, J.S.. 2010. Specimen databases: A case study in entomology using web-based software. *American Entomologist* 56: 206-216.
- Silveira, F. A. (1993). Phylogenetic relationships of the exomalopsini and Ancylini (Hymenoptera: Apidae). *University of Kansas Science Bulletin*, 55(5), 163–173.
- Sofia, S. H., & Suzuki, K. M. (2004). Comunidades de machos de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae) em fragmentos florestais no sul do Brasil. *Neotropical Entomology*, 33(6), 693–702.
- Storck-Tonon, D., Silva, M. V., & Morato, E. F. (2016). Checklist of orchid bees (Hymenoptera: Apidae) of “Lago do Silêncio” area, Boca do Acre, Amazonas, Brazil. *Check List*, 7(5), 648-651.
- Tonhasca Jr, A., Blackmer, J. L., & Albuquerque, G. S. (2002). Abundance and Diversity of Euglossine Bees in the Fragmented Landscape of the Brazilian Atlantic Forest 1. *Biotropica*, 34(3), 416–422.
- Triplehorn, C. A. J., Borror, N. F., Triplehorn, D. J. C. A., & Johnson, N. F. (2005). *Borror and DeLong's introduction to the study of insects*.
- Urrutia, R., & Vuille, M. (2009). Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research*:

Atmospheres, 114(D2).

- VAN DER L, P., & Dodson, C. H. (1966). Orchid flowers, their pollination and evolution.—Coral Gables. Univ. Miami Press.
- Van Emden, H. F. (1963). Observations on the effect of flowers on the activity of parasitic Hymenoptera. *Entomol. Mon. Mag*, 98(1962), 265–270.
- Van Emden, H. F. (1965). The role of uncultivated land in the biology of crop pests and beneficial insects. *Scientific Horticulture*, 17, 121–136.
- Vélez, D., & Pulido-Barrios, H. (2005). OBSERVACIONES SOBRE LA ESTRATIFICACIÓN VERTICAL DE ABEJAS EUGLOSINAS (APIDAE: EUGLOSSINI) EN UN BOSQUE RIPARIO DE LA ORINOQUÍA COLOMBIANA/Observations on the vertical stratification of orchid bees (Apidae: Euglossini) in a riparian forest of the Colombian. *Caldasia*, 267–270.
- Von Humboldt, A. (2004). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.
- Williams, N. H., & Dodson, C. H. (1972). Selective attraction of male euglossine bees to orchid floral fragrances and its importance in long distance pollen flow. *Evolution*, 26(1), 84-95.
- Youngsteadt, E., Moylett, H., López-Urbe, M., and Hamblin, A. 2016. T. B. Mitchell: the man behind The Bees of the Eastern United States. *American Entomologist* 62(3):157-162.
- Zimmerman, J. K., Roubik, D. W., & Ackerman, J. D. (1989). Asynchronous phenologies of a neotropical orchid and its euglossine bee pollinator. *Ecology*, 70(4), 1192–1195.